

補助事業番号 2018M-115

補助事業名 平成30年度 音響流による高速化弾性表面波スイマーアクチュエータ  
補助事業

補助事業者名 東京工業大学 工学院 黒澤実

## 1 研究の概要

本研究では、ヒレやスクリューといった可動部を持たない弾性表面波(Surface Acoustic Wave, SAW)と厚み振動(Bulk Acoustic Wave, BAW)を駆動力源として用いて、非線形現象による直流的な推力を得る、全く新しい自走式液中ロボットの推進システムについて研究を行っている。

## 2 研究の目的と背景

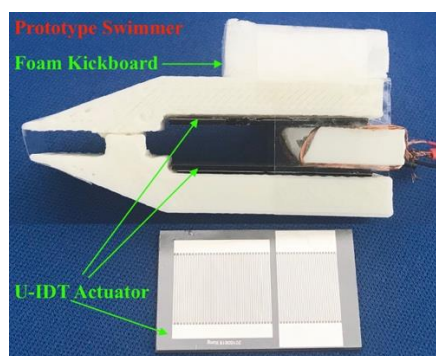
液中を自在に移動できるマイクロロボットは、医療関係、生命科学関係あるいはプラント配管内でのメンテナンスへの応用など、様々な利用が考えられる。そのためには微少で強力な推進力を発生する液中アクチュエータが求められる。本研究による音響放射推進カスイマーは、マイクロ液中アクチュエータとして、液中マイクロロボットを実現する基本技術として期待される。

## 3 研究内容

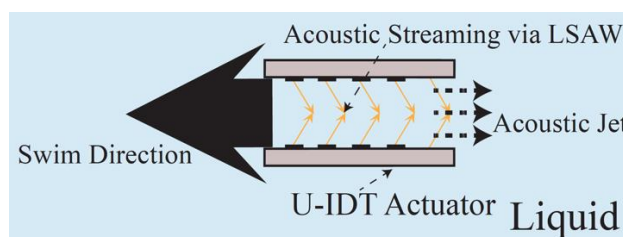
### (1) 音響流による高速化弾性表面波スイマーアクチュエータの開発

(<http://www.kurosawa.ip.titech.ac.jp/research/swimmer/swimmer.html>)

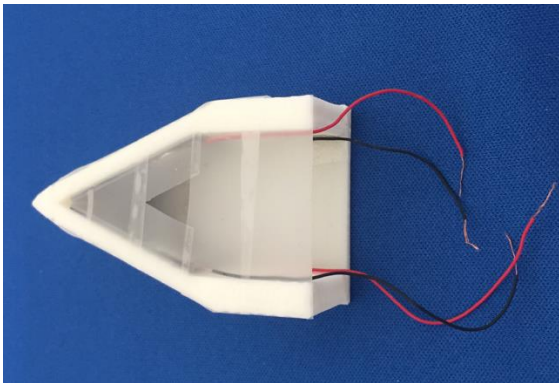
推力発生源となるのは、固体中を伝搬する振幅が数10nmの微小高周波機械振動である。個体から液体へと波動が放射する時に、放射面に生ずる音響放射圧を推力として利用している。弾性表面波9.6MHzを用いたアクチュエータで、秒速10cmでの移動を実現している。さらに、音波放射に伴う音響流を駆動力として活用することにより、性能向上を図っている。また、円板状圧電素子の厚み振動を用いることで、秒速約20cmの高速化を実現している。



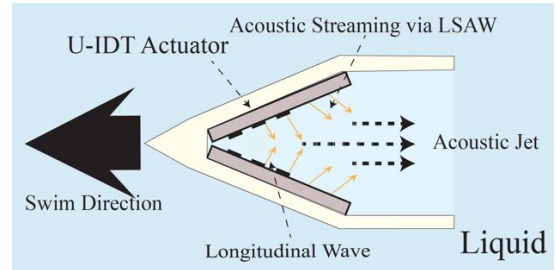
音響流を利用した音響放射カスイマー



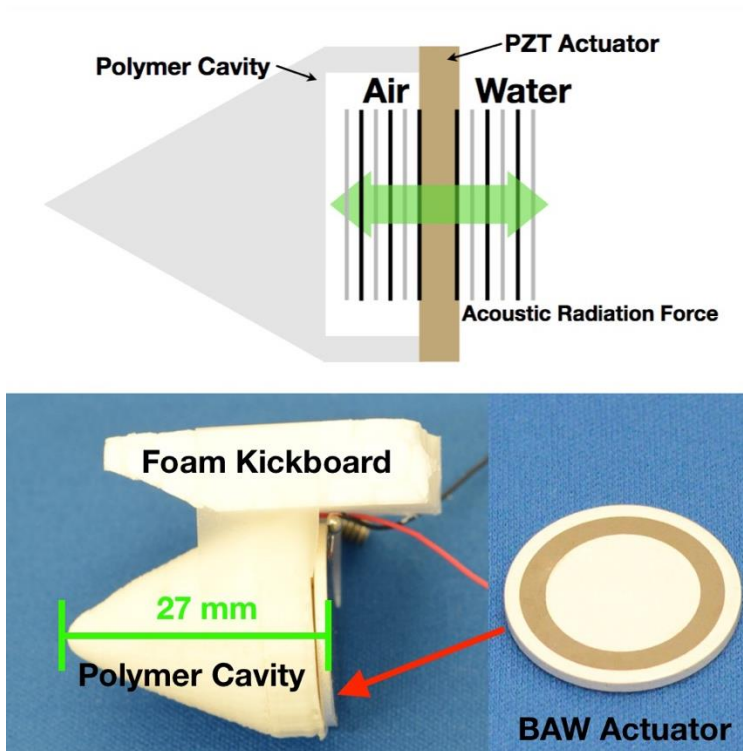
音響流を利用した音響放射カスイマー原理図



V字型音響放射カスイマー



V字型音響放射カスイマー原理図



円板型圧電素子(右下)を用いた音響放射カスイマー試作機(左下)とその動作原理(上)

#### 4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

今日、医療分野では薬剤の副作用を抑えるため薬を直接患部に輸送するロボットや切開手術を最小限にとどめるためのロボットが世界中で求められている。先進的な医療技術やバイオテクノロジーの実現に向け、液中を自由に動き回ることのできるスイマーアクチュエータの開発が活発化しており、サイズはミリからサブミリ、さらにマイクロ化が期待される。将来的に低侵襲手術や高精度体内薬物治療の血管ロボットの産業化を目指す有望な研究であり、次世代医療技術として期待されている。

工場でのプラントなどには様々な液体を送る配管が多数配置されている。これらの内部の様子を探るのは配管の外側からは難しい。そこで、微少なスイマーロボットを実現することで、自律的に配管内の様子を検査することや、簡単な補修を行うことができることが望まれる。本スイマーアクチュエータの応用分野として期待される。

#### 5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

これまで、超音波振動と摩擦力を用いた超音波モータの研究により、多くの研究成果を上げ、当該研究分野において世界をリードしてきた。今回の研究はこの延長線上であるが、液中での新しいアクチュエータ研究ということで、さらに一つの大きな研究分野をスタートさせることができた。今後、超音波液中アクチュエータ研究において世界をリードすることになるであろう。

#### 6 本研究にかかわる知財・発表論文等

特許

名称:液中推進装置

出願番号: 特願2018-163232

出願日: 2018年8月31日

発明者: 黒澤実、孔徳卿、石河睦生、舟窪浩、伊東良晴、舘山明紀

出願人: 国立大学法人東京工業大学

発表および論文

D. Kong, M. K. Kurosawa, "A Novel Swimmer Actuator Via Leaky Surface Acoustic Wave," 2018 IEEE International Ultrasonics Symposium 7K-1, Oct. 22-25, 2018, Kobe, Japan.

D. Kong, K. Nishio, M. K. Kurosawa, "A Novel Approach to Swimmer Actuation via Leaky Surface Acoustic Wave," The 32nd IEEE International Conference on Micro Electro Mechanical Systems, MEMS2019, Proc. of MEMS2019, pp. 994-997, Jul. 2019.

孔 徳卿, 黒澤 実. 弾性表面波による新型スイマーアクチュエータ, 第39回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム, 第39回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム講演論文集, 1P4-4, Oct. 2018.

西尾一輝, 孔徳卿, 黒澤実. SAWデバイスによるジェット推進型スイマー, 日本音響学会2019年春季研究発表会, 2019年春季研究発表会講演論文集, pp. 47-48, Mar. 2019.

## 7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの

該当なし

## 8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 東京工業大学 工学院 黒澤研究室

(トウキョウコウギョウダイガク コウガクイン クロサワケンキュウシツ)

住 所: 〒226-8502

横浜市緑区長津田町4259

担 当 者: 准教授 黒澤実(クロサワミノル)

担 当 部 署: 黒澤研究室(クロサワケンキュウシツ)

E - m a i l: [mkur@ee.e.titech.ac.jp](mailto:mkur@ee.e.titech.ac.jp)

U R L: <http://www.kurosawa.jp.titech.ac.jp>